

## BAB II

### KERANGKA TEORITIK, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS PENELITIAN

#### 2.1. Landasan Teori

##### 2.1.1. Beton Geopolimer

Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dibentuk melalui polimerisasi silikon, alumunium, dan oksigen menjadi struktur *amorphous* 3 dimensi. Geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Joseph Davidovits sejak tahun 70-an. Dinamakan demikian karena merupakan sintesa bahan-bahan alam nonorganik lewat proses polimerisasi. Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material geopolimer ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silikon dan alumunium. Prekursor yang digunakan dalam pembuatan geopolimer dapat berupa mineral alami ataupun limbah industri (Ferdy, 2010: 6).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan melaporkan, geopolimer memiliki kekuatan awal yang tinggi, penyusutan (*shrinkage*) yang rendah, *freeze-thaw resistance*, ketahanan terhadap sulfat, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap asam, ketahanan terhadap api, dan reaksi agregat alkali yang tidak berbahaya. Semen geopolimer lebih unggul daripada semen Portland dalam hal ketahanan panas dan api dimana semen Portland mengalami penurunan kekuatan tekan yang cepat pada 300<sup>0</sup>C, sedangkan semen geopolimer tetap stabil sampai dengan 600<sup>0</sup>C (Davidovits, 1988, diacu dalam Ferdy, 2010: 6). Telah dibuktikan pula

bahwa penyusutan pada geopolimer jauh lebih rendah dibandingkan semen Portland (Ferdy, 2010: 6).

Geopolimer tahan terhadap asam, sebagaimana ditunjukkan oleh pengujian terhadap asam dimana sampel direndam di dalam 5 asam sulfat dan asam klorida, semen geopolimer relatif stabil dengan kehilangan berat hanya sekitar 5-8%. Sementara itu semen Portland menunjukkan kehilangan berat sebesar 30-60% (Davidovits, 1994: 131-149, diacu dalam Ferdy, 2010: 7). Dengan mengamati kehilangan berat setelah kontak dengan asam, para peneliti tersebut menyimpulkan bahwa geopolimer atau beton geopolimer jauh lebih baik daripada semen Portland dalam hal ketahanan asam sebagaimana ditunjukkan oleh kehilangan beratnya yang jauh lebih kecil (Ferdy, 2010: 7).

Keunggulan lain dari geopolimer adalah lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Geopolimer dikatakan ramah lingkungan karena selain dapat menggunakan bahan-bahan alami dan buangan industri, proses pembuatan material geopolimer juga tidak terlalu memerlukan energi yang besar seperti halnya proses pembuatan semen yang memerlukan suhu tinggi. Oleh karena itu pembuatan material geopolimer mampu menurunkan emisi gas rumah kaca yang diakibatkan oleh proses produksi semen hingga tinggal 20 persen saja (Ferdy, 2010: 8).

Beton geopolimer adalah senyawa silikat alumino anorganik, yang disintesis dari bahan-bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*) dan abu sekam padi (*rice husk ash*) yang banyak mengandung aluminium dan silikon (Davidovits, 1997).

### **2.1.2. Material Penyusun**

Pasta geopolimer merupakan campuran dari larutan alkali aktivator dan prekursor. Larutan alkali aktivator merupakan campuran dari natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Prekursor yang digunakan berupa senyawa aluminosilikat. Larutan alkali aktivator akan dicampur, yang nantinya akan terjadi kenaikan temperatur pada pencampuran larutan tersebut. Kenaikan temperatur tersebut menandakan reaksi dari  $\text{NaOH}$  dan natrium silikat sudah terjadi. Untuk mendapatkan hasil campuran pasta yang baik, reaksi kenaikan temperatur pada campuran alkali aktivator tersebut harus hilang. Prekursor dapat digabungkan setelah temperatur dari larutan alkali aktivator mulai menurun dan hilang. Campuran ini nantinya berfungsi sebagai matriks pengikat atau pasta semen dari beton geopolimer. (Sembiring, 2010: 14).

#### **2.1.2.1. Prekursor**

Prekursor adalah bahan utama dalam pembentuk geopolimer. prekursor dapat berupa mineral alami ataupun limbah industri (Ferdy, 2010: 10). Salah satu mineral alami yang berlimpah di Indonesia adalah tanah lempung atau kaolin, tepatnya di Bangka Belitung. Keunggulan kaolin sebagai prekursor geopolimer adalah memiliki kemampuan melarutkan yang tinggi dalam reaktan karena telah dijual dipasaran dalam ukuran butir yang halus, menghasilkan rasio  $\text{Si/Al}$  yang terkontrol dalam geopolimer, dan memiliki warna yang putih (Ferdy, 2010: 10).



**Gambar 2.1 Danau kaolin di Bangka Belitung**

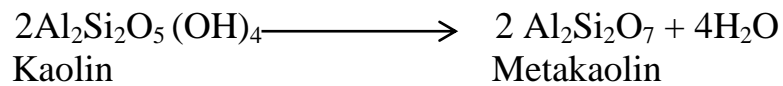
Kaolin perlu dikalsinasi (*calcined*) pada suhu sekitar  $650^{\circ}\text{C}$  sebagai pengolahan awal untuk sintesis geopolimer. Kalsinasi merupakan proses pembakaran kaolin pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  hingga  $800^{\circ}\text{C}$  selama kurang lebih lima jam. Senyawa kaolin yang telah dikalsinasi berubah menjadi senyawa metakaolin. Sebagian besar senyawa penyusun dari metakaolin adalah  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Sembiring, 2010: 15).



**Gambar 2.2 Material kaolin (kanan) dan metakaolin (kiri)**

Proses kalsinasi kaolin merupakan proses pelepasan ikatan  $-\text{OH}$  pada senyawa kaolin  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  atau  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  menjadi senyawa metakaolin agar bersifat *amorphous* sehingga prekursor dapat bereaksi dengan aktivator  $\text{NaOH}$  dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . *Amorphous* merupakan bentuk kaolin yang berbutir lebih halus dan lebih aktif terhadap aktivator.

Kalsinasi mengarah untuk meruntuhkan atau memecah struktur kisi kristal membentuk fase transisi dengan reaktivitas tinggi (Sembiring, 2010: 16).



#### 2.1.2.2. Aktivator

Aktivator merupakan zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Dalam pembuatan material geopolimer, aktivator yang digunakan adalah unsur alkali yang terhidrasi. Penggunaan hidroksida alkali sebagai aktivator ini dikarenakan silika merupakan asam kuat sehingga ia akan bereaksi dengan basa kuat. Hidroksida alkali merupakan senyawa basa kuat, sehingga penambahan hidroksida alkali pada prekursor dapat mereaksikan silika yang terkandung didalamnya. Katalisator merupakan zat yang berfungsi mempercepat terjadinya reaksi kimia. Dalam pembuatan material geopolimer, penggunaan katalisator juga sangat direkomendasikan. Untuk aktivator natrium hidroksida biasanya katalis natrium silikat (Tri Wulan dkk, 2007: 33-47, diacu dalam Sembiring, 2010: 18).

Aktivator dibutuhkan untuk reaksi polimerisasi monomer alumina dan silika. Alkali mengaktifkan prekursor dengan mendisolusikan mereka ke dalam monomer  $[\text{SiO}_4]$  dan  $[\text{AlO}_4]$ . Selama proses *curing*, monomer-monomer tadi terkondensasi dan membentuk jaringan polimer tiga-dimensi yang berikatan silang. Ion alkali bertindak sebagai penetral muatan (*charge balancer*) untuk setiap molekul tetrahedron  $[\text{AlO}_4]$ . Penambahan NaOH bertujuan untuk menambah ion  $\text{Na}^+$  pada proses

polimerisasi. Kandungan natrium silikat menyediakan kation berikatan-valensi-satu (*monovalent*)  $[\text{Na}^+]$  sebagai spesies aktivator dimana ion resiprokal-nya  $\text{Si}^{4+}$ , adalah komposisi utama geopolimer. Natrium silikat terlarut dalam air, menyediakan lingkungan reaksi cairan-padatan yang ideal untuk pencernaan dan pelarutan material prekursor (Sembiring, 2010: 18).



**Gambar 2.3 Aktivator : natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) (kiri) dan natrium silikat (*waterglass*) (kanan).**

### 2.1.2.3. Agregat

Dalam SNI T-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan. Pada beton semen biasanya volume agregat adalah 50-80% dari volume total beton, sehingga kondisi agregat yang digunakan sangat berpengaruh pada karakteristik beton (Afrizal, 2010: 8).

Kualitas agregat adalah hal yang perlu diperhatikan, mengingat agregat secara umum menempati 70% - 75% dari total volume beton (P. Nugraha, 1989: 31). Agregat tidak saja berpengaruh pada kekuatan beton, tetapi sifat-sifat agregat juga berpengaruh pada daya tahan dan kekompakan strukturnya. Sifat-sifat agregat yang penting dalam

pembuatan beton pada umumnya adalah bentuk, gradasi, kekuatan, modulus elastisitas serta interaksi kimia dan fisiknya dengan semen yang mempengaruhi retakan antara agregat dan mortar. Selain itu, kekuatan beton dipengaruhi oleh proporsi campuran, kebersihan air dan agregatnya. Oleh karena itu, selain harus memiliki kekuatan dan daya tahan baik, butir agregat yang disyaratkan harus bersih dari lumpur atau material organik lainnya yang dapat mengurangi kekuatan beton. Diameter lumpur atau material organik ini adalah kurang dari 0.063 mm, bila banyaknya lumpur atau material organik yang dikandung dalam agregat lebih dari 1% berat kering, agregat tersebut harus dicuci (Afrizal, 2010: 8).

Agregat pada beton memiliki tiga fungsi utama yaitu:

1. Sebagai material pengisi yang relatif lebih murah dari semen.
2. Sebagai material padat yang tahan terhadap beban yang bekerja, abrasi, perkolasi air dan pengaruh cuaca.
3. Mengurangi kembang-susut dari pasta semen (Troxell, 1956)

Menurut M. E Suryatriyastuti (2008) kriteria agregat bergantung pada karakteristik-karakteristik di bawah ini:

1. Ukuran agregat

Berdasarkan ukurannya, agregat dibedakan menjadi:

- a. Agregat halus (*fine aggregate*) diameter 0-5 mm disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi: pasir halus berdiameter 0-1 mm dan pasir kasar berdiameter 1-5 mm.

- b. Agregat kasar (*coarse aggregate*) diameter  $>5$  mm, biasanya berukuran antara 5 – 40 mm, disebut kerikil.

## 2. Visual bentuk

Oleh karena bentuknya yang bervariasi, agregat diklasifikasikan bentuk menjadi bulat, lonjong, pipih atau kubikal. Bentuk yang paling baik dalam pembuatan beton adalah kubikal, karena bentuk ini memiliki kekuatan yang lebih besar dari bentuk yang pipih dan akan saling mengunci antar agregat (*interlocking*). Namun bentuk kubikal akan mempersulit pekerjaan, karena kemampuan mengalir (*flowability*) yang rendah.

## 3. Visual tekstur permukaan

Secara visual dapat dibedakan menjadi kasar, halus, rata atau bergelombang. Tekstur yang kasar akan memberikan pengikatan yang lebih baik oleh semen, hal ini disebabkan karena luas permukaan yang lebih besar pada agregat bertekstur kasar.

## 4. Berat jenis dan absorpsi

Berat jenis dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan kondisinya, yaitu kondisi kering oven (*oven dry*), kering permukaan (*saturated surface dry*), kering udara dan kondisi basah. Biasanya pada pekerjaan beton digunakan kondisi kering permukaan karena pada saat pencampuran pasta semen akan diserap masuk oleh permukaan agregat, namun karena bagian dalam agregat terisi air maka penyerapan air tidak berlebihan. Hal ini akan memperkuat ikatan antar agregat.



#### 2.1.2.4. Air

Air diperlukan dalam pembuatan pasta geopolimer untuk memudahkan proses pencampuran prekursor dengan larutan alkali aktivator. Penambahan air dalam campuran pasta geopolimer haruslah diperhatikan. Semakin banyak kadar air yang ditambahkan maka campuran pasta akan semakin encer sehingga semakin mudah untuk diaduk, yang menghasilkan campuran yang lebih homogen dan lebih mudah untuk dicetak atau dicor ke dalam cetakan. Sebaliknya, semakin kental proses pengadukan akan lebih sulit dan resiko mendapatkan hasil adukan yang tidak homogen juga semakin besar. Yang lebih penting lagi, proses pengecoran campuran pasta geopolimer ke dalam cetakan juga akan lebih sulit dan beresiko terdapatnya *void* atau kekosongan di dalam hasil cetakan. Hasil cetakan pasta geopolimer yang tidak utuh atau terdapat *void* akan sangat mempengaruhi hasil pengujian kuat tekan karena dimensi yang sesuai dengan standar pengujian tidak terpenuhi (Sembiring, 2010: 19).

Apabila dilihat dari aspek kekuatan pasta, proporsi air yang sedikit pada campuran pasta akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi pada pengujian kuat tekan nantinya, sebaliknya air yang berlebihan akan mengurangi kekuatan pasta geopolimer tersebut. Dalam hal ini, kadar dari air harus diperhitungkan secara tepat dengan memperhatikan kadar dari material lain, seperti prekursor dan larutan alkali aktivator. Kualitas air yang digunakan juga harus baik, yaitu harus bebas dari kadar

garam yang tinggi, zat pengotor, dan material organik lainnya yang dapat merusak pasta seperti alkali (Sembiring, 2010: 19).

### 2.1.2. Polimerisasi

Menurut Kamil Afrizal (2010: 19) sintesa geopolimer aluminosilikat membutuhkan dua konstituen utama dalam reaksi pencampuran, yaitu: prekursor yang kaya akan kandungan Al dan Si dengan larutan alkali-silikat sebagai aktivator.

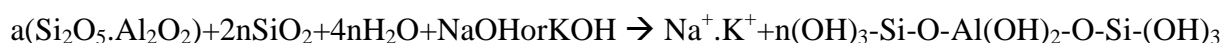
Geopolymer dapat berupa salah satu dari tiga bentuk formula di bawah ini (Davidovits, 1999):

1. Poly (sialate), formula monomer [-Si-O-Al-O-]
2. Poly (sialate-siloxo), formula monomer [-Si-O-Al-O-Si-O-]
3. Poly(sialate-disiloxo), formula monomer [-Si-O-Al-O-Si-O-Si-O-]

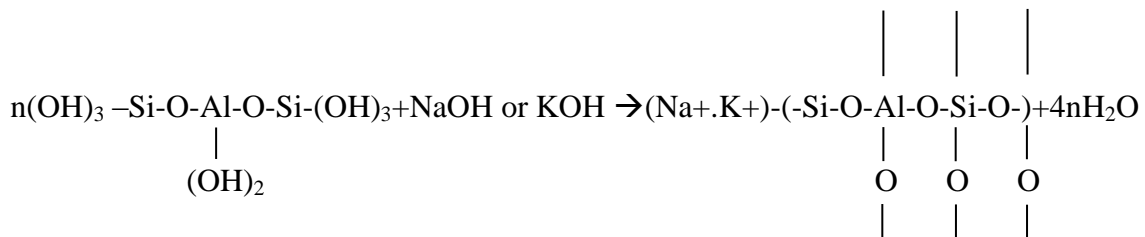
(sialate = silicon-oxo-aluminate, siloxo = silicon-oxo)

Reaksi kimia yang terjadi pada proses polimerisasi terbagi dalam 3 tahapan (H.Xu dan van Deventer, 2000). Ketiga tahap di bawah ini dapat saling bergantian dan terjadi bersamaan, membuat ini menjadi sulit ditelaah secara terpisah (Palomo, 1999). Tiga tahap proses polimerisasi tersebut adalah:

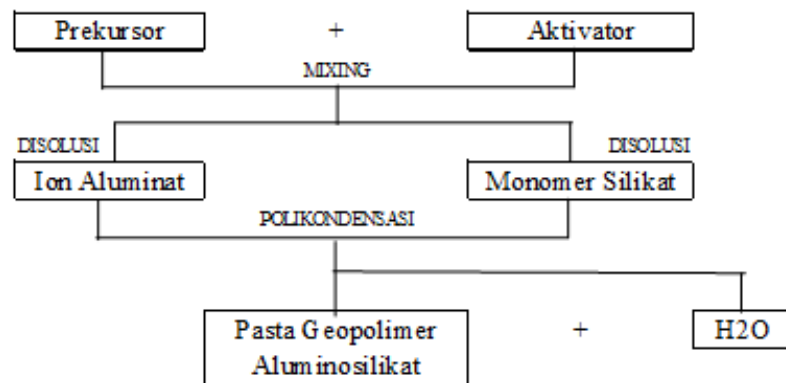
1. Disolusi atom Si dan Al dari sumber material prekursor disebabkan oleh ion hidroksida.
2. Penguraian ion prekursor menjadi monomer.



3. Polikondensasi dari monomer-monomer menjadi struktur polimer.

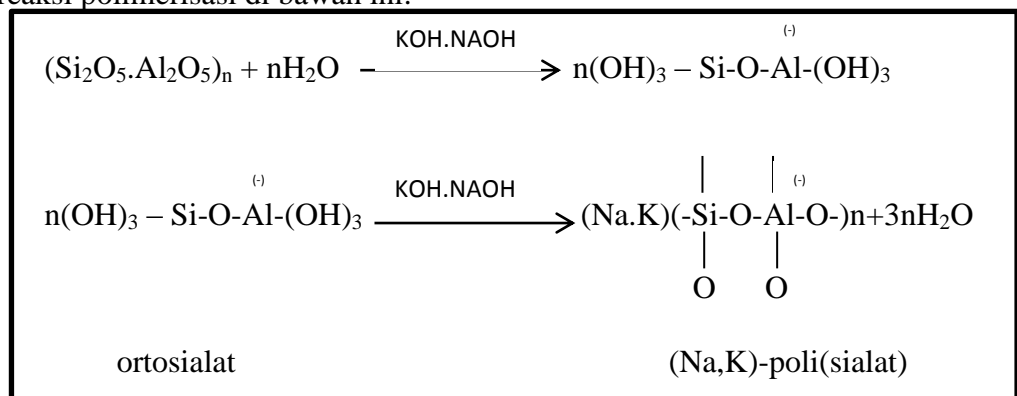


Sesuai dengan persamaan reaksi kimia (3), proses geopolimerisasi akan menghasilkan pasta geopolimer dengan hasil samping  $\text{H}_2\text{O}$  yang secara ringkas terdapat pada gambar 2.1 di bawah ini:



**Gambar 2.4 Reaksi geopolimerisasi dari gopolimer**

Berdasarkan reaksi kimia, proses polimerisasi dapat dilihat pada reaksi polimerisasi di bawah ini:



**Gambar 2.5 Reaksi polimerisasi**

### 2.1.3. Karakteristik Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah beton yang terbuat dari material geopolimer sebagai matriks dan mineral agregat. Seperti halnya beton semen Portland pada umumnya, penggunaan agregat berfungsi dalam memberikan sumbangan kekuatan yang terbesar pada beton. Agregat yang digunakan untuk beton geopolimer sebaiknya memiliki gradasi yang menerus. Hal ini bertujuan agar terjadi komposisi yang padat pada saat beton mengeras. Fungsi agregat kasar adalah sebagai penyusun kekuatan, sedangkan agregat halus lebih berfungsi sebagai pengisi ruang kosong untuk mengurangi void pada beton geopolimer (Suryatriastuti, 2008).

Menurut Pugar Septia (2011: 24) karakteristik beton geopolimer muda sangat berbeda dengan karakteristik beton dari semen Portland muda. Pasta geopolimer yang sangat cepat mengeras menyebabkan beton geopolimer muda memiliki *workability* yang rendah sehingga dibutuhkan kecepatan kerja yang tinggi. Karakteristik beton geopolimer keras belum banyak diketahui secara pasti. Sampai saat ini pada umumnya penelitian terhadap karakteristik mekanis pada beton geopolimer keras masih terbatas pada pengamatan kuat tekan (*compressive strength*), sedangkan penelitian terhadap kuat tarik, kuat lentur, dan karakteristik mekanis lainnya masih sangat terbatas.

### 2.1.4. Metode, Temperatur dan Waktu *Curing*

Menurut Pugar Septia (2011: 25) reaksi polimerisasi membutuhkan panas dalam prosesnya, oleh karena itu metode *curing* dengan menggunakan oven atau *microwave* dengan suhu *curing* yang lebih tinggi

dan waktu *curing* yang lebih lama cenderung lebih baik untuk menghasilkan beton geopolimer dengan kuat tekan yang tinggi. Namun, dalam kondisi tertentu temperatur *curing* yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kuat tekan beton geopolimer. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Jaarsveld dkk, (2002). Ketika benda uji di-*curing* pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, terjadi peningkatan kuat tekan. *Curing* dengan periode yang lebih lama (lebih dari 24 jam) justru mengurangi kuat tekan material.

Palomo, Grutzeck, dan Blanco (1999) mempelajari pengaruh temperatur, waktu dan rasio larutan alkali *fly ash* pada kekuatan tekan material geopolimer. Dilaporkan bahwa faktor temperatur dan waktu perawatan mempengaruhi kekuatan tekan material geopolimer tersebut. Penggunaan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) dan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{Si}_3$ ) merupakan solusi dalam menghasilkan kekuatan tekan yang paling tinggi. Kuat tekan dapat mencapai hingga 60 MPa jika di-*curing* pada suhu  $85^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam.

Swanepoel dan Strydom (2002) melakukan suatu penelitian tentang geopolimer yang diproduksi dengan pencampuran *fly ash*, kaolin, larutan natrium silikat,  $\text{NaOH}$  dan air. Kedua faktor waktu dan temperatur masa *curing* mempengaruhi kuat tekan tersebut, dan kekuatan optimum terjadi ketika material di-*curing* pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Palomo, dkk (2004) menyelidiki karakteristik mekanis dari beton geopolimer berbahan dasar *fly ash*. Ditemukan bahwa karakteristik material kebanyakan ditentukan oleh metode *curing*, terutama faktor waktu dan temperatur masa *curing*.

### 2.1.5. Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton menerima gaya tekan tekan per satuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Kuat tekan dari beton geopolimer dipengaruhi beberapa faktor, yaitu:

1. Jenis semen geopolimer dan kualitasnya, mempengaruhi kekuatan rata-rata dan kuat batas beton geopolimer.
2. Jenis dan lekak-lekuk permukaan agregat, penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat desak maupun tarik lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.
3. Kualitas dari perawatan (*curing*) yaitu menaikkan suhu lingkungan dengan cara dimasukkan ke oven.
4. Suhu ikat, pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku ( $0^{\circ}\text{C}$ ) kuat tekan akan tetap rendah pada waktu yang lama.

Pada penelitian ini, perilaku pengujian kuat tekan beton geopolimer sama dengan pengujian kuat tekan beton semen Portland.

### 2.2. Penelitian Relevan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini:

1. KAMIL AFRIZAL. **Studi Perilaku Kuat Tekan Semen *Rapid-Setting* Geopolimer Berbahan Dasar *Fly ash* dan Metakaolin**. Skripsi. Universitas Indonesia 2010. Bahan geopolimer yang digunakan berprekursor *fly ash* dan kaolinite. Kekuatan optimum geopolimer

diperoleh dengan waktu yang lebih singkat bersamaan dengan proses pengerasan serta pengaruh suhu.

**Tabel 2.1. Hasil Penelitian Kamil Afrizal (2010) dengan Bahan Dasar Metakaolin**

Pengujian	Waktu <i>Curing</i> (jam)	Kuat Tekan	
		Suhu Ruang	60 <sup>0</sup> C
Uji Tekan	4	8.624 MPa	27.44 MPa
	8	9.08 MPa	27.24 MPa
	24	9.93 MPa	27.17 MPa

Dari penelitian ini didapat kesimpulan, untuk waktu *curing* yang sama, suhu lebih tinggi menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi. Pada suhu yang sama kuat tekan dari pasta geopolimer meningkat seiring dengan bertambahnya waktu *curing* khususnya untuk pasta geopolimer berbahan dasar *fly ash*.

2. FREDERICK PAULUS SEMBIRING. **Pengaruh Temperatur & Waktu *Curing* Terhadap Kuat Tekan Pasta Geopolimer Berbahan Dasar Kaolin.** Skripsi, Universitas Indonesia 2010. Bahan geopolimer yang digunakan berprekursor kaolin.

**Tabel 2.2. Hasil Penelitian Frederick P S (2010) dengan Bahan Dasar Metakaolin**

Pengujian	Waktu <i>Curing</i> (jam)	Kuat Tekan	
		90 <sup>0</sup> C	150 <sup>0</sup> C
Uji Tekan	4	27.96 MPa	23.98 MPa
	8	28.22 MPa	24.17 MPa
	24	26.13 MPa	25.22 MPa

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sifat mekanis dari geopolimer berbahan dasar kaolin tidak mengalami kenaikan kuat tekan secara signifikan dengan bertambahnya waktu *curing*, terutama pada rentang waktu 4, 8, dan 24 jam. Selain itu, kekuatan tekan dari geopolimer akan berkurang dengan meningkatnya temperatur *curing* diatas 100<sup>0</sup>C.

### 2.3. Kerangka Berpikir

Penggunaan beton sebagai material favorit konstruksi bangunan di dunia termasuk di Indonesia karena beton memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan struktur lainnya. Walaupun begitu, beton juga mempunyai beberapa sifat yang kurang salah satunya kualitas beton sangat dipengaruhi oleh jenis bahan pengikat yang digunakan, yaitu semen Portland. Pembuatan semen Portland menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang cukup tinggi sehingga menjadikannya sebagai material yang tidak ramah lingkungan. Untuk mengatasi hal ini perlu adanya inovasi dalam teknologi beton.

Beton geopolimer adalah beton ramah lingkungan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh produksi semen. Beton geopolimer adalah inovasi dalam teknologi beton. Selain dari "*green material*", beton geopolimer memiliki banyak keunggulan dibanding beton semen Portland seperti memiliki kekuatan awal yang tinggi, penyusutan (*shrinkage*) yang rendah, *freeze-thaw resistance*, ketahanan terhadap sulfat, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap asam, ketahanan terhadap api, dan reaksi agregat alkali yang tidak berbahaya.

Reaksi polimerisasi dari beton geopolimer membutuhkan panas dalam prosesnya, oleh karena itu metode *curing* dengan menggunakan oven atau *microwave* dengan suhu *curing* yang lebih tinggi dan waktu *curing* yang lebih lama cenderung lebih baik untuk menghasilkan beton geopolimer dengan kuat tekan yang tinggi. Hal ini lah yang membuat penulis mencoba meneliti pengaruh dari kenaikan temperatur *curing* pada beton geopolimer karena terlihat dari hasil penelitian Kamil Afrizal (2010) dan Frederick P S



(2010) menunjukkan kekuatan tekan beton geopolimer meningkat seiring dengan pertambahan temperatur *curing* 60<sup>0</sup>C ke 90<sup>0</sup>C , hanya saja pada temperatur 150<sup>0</sup>C terjadi penurunan kuat tekan karena air sudah melewati titik didihnya. Maka dari itu peneliti meneliti pada temperatur 60<sup>0</sup>C, 75<sup>0</sup>C, 90<sup>0</sup>C, 105<sup>0</sup>C, dan 120<sup>0</sup>C. Temperatur 60<sup>0</sup>C dan 75<sup>0</sup>C untuk parameter kenaikan nilai kuat tekan dan temperatur 105<sup>0</sup>C dan 120<sup>0</sup>C untuk parameter penurunan nilai kuat tekan beton geopolimer. Waktu *curing* yang digunakan adalah 8 jam karena pada hasil penelitian Kamil Afrizal (2010) dan Frederick P S (2010) menunjukkan terjadi kenaikan kuat tekan saat *curing* 4 jam ke 8 jam, hanya saja pada waktu 24 jam terjadi penurunan kuat tekan karena air sudah banyak menguap.

#### **2.4. Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir di atas maka dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

- Diduga kenaikan temperatur *curing* berpengaruh pada kuat tekan beton geopolimer.